

ACTIVIDAD GEOLÓGICA DEL PLANETA TIERRA

1. La energía solar en la Tierra

La energía interna que tiene la Tierra es la responsable de la formación de las elevaciones en el relieve: cordilleras, volcanes, dorsales oceánicas,... En contraposición, los agentes geológicos externos modelan el relieve formado, tendiendo a nivelar la superficie.

La radiación solar es la **fuentes energética** de los agentes que modelan el relieve (hielo, agua líquida, viento, vegetación), que actúan dependiendo del clima de cada zona del planeta.

2. La atmósfera

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea a la Tierra. Las radiaciones solares calientan el planeta, pero lo hacen de forma heterogénea. Esa energía circula desde las zonas más cálidas a las más frías gracias a las corrientes oceánicas y a los movimientos del aire que se producen en la atmósfera. Los movimientos del aire, junto con la humedad y la presión atmosférica, dan lugar a los fenómenos atmosféricos.

3. Procesos de modificación del relieve

Los agentes geológicos externos cambian el relieve, por acción del agua de torrentes y ríos, del agua del mar, del hielo, de la atmósfera y del viento. También actúan los seres vivos, de forma natural, como las plantas, o artificial, como el hombre.

Los procesos producidos por los agentes geológicos externos y que modifican el relieve son:

3.1. Meteorización

Las rocas se forman en el interior de la Tierra. Cuando ascienden a la superficie terrestre, las condiciones varían. Esto provoca transformaciones físicas o químicas en las rocas que se conocen con el nombre de **meteorización**.

La meteorización es la alteración de una roca por la acción de la Atmósfera, la Hidrosfera o los seres vivos. Esta alteración se produce en el mismo lugar donde ha aflorado a la superficie, sin que se produzca transporte de materiales. Si hubiera desgaste de la roca y fragmentos transportados a otro lugar, hablamos de **erosión**.

La meteorización puede ser de tres tipos:

a) Meteorización física

Consiste en la disgregación de las rocas en fragmentos menores, pero sin que cambie su naturaleza. La producen habitualmente los cambios de temperatura.

- Gelifracción: el agua se introduce en las pequeñas grietas de las rocas, y al congelarse aumenta su tamaño, por lo que presiona a la roca, que llega a romperse en trozos pequeños. Así se forman los canchales en las laderas de las montañas.
- Termoclastia: cuando las diferencias de temperaturas son muy grandes entre el día y la noche, produce dilataciones y contracciones continuas que llegan a romper la roca.

b) Meteorización química

Se altera la naturaleza de las rocas, que se transforman en sustancias diferentes. El principal agente es el agua.

- La oxidación: reacción del oxígeno disuelto en agua con las sustancias que forman las rocas. Se producen óxidos e hidróxidos, más blandos, menos compactos y más solubles que la roca original. Se aprecia sobre todo en rocas que contiene hierro, que toman un aspecto rojizo o amarillento.
- La carbonatación: acción del dióxido de carbono disuelto en agua sobre rocas formadas por carbonato de calcio. En el proceso se forma bicarbonato de calcio, que es soluble en agua, produciéndose la solubilización de la roca.

c) Meteorización biológica

Producida por la acción de los seres vivos. Por ejemplo, las raíces de las plantas fracturan las rocas, disgregándolas, y los animales excavadores desmenuzan las rocas al construir sus madrigueras.

3.2. Erosión

Es el desgaste de las rocas por acción del viento y el agua en sus distintas formas (ríos, mares, glaciares...). Este desgaste se produce por arrastre de partículas de las rocas, debido a estos agentes erosivos, en este proceso los materiales no son transformados, como puede ocurrir en la meteorización, sólo son desgastados, siendo movidos del lugar donde estaban.

3.3. Transporte

Es el arrastre de materiales erosionados por acción del viento o el agua. Los materiales son transportados atendiendo a la fuerza del agente transportador y al peso del material transportado.

El transporte puede realizarse por:

- **Reptación o rodadura:** es el arrastre de materiales pesados, sin levantarlos del suelo.
- **Saltación:** el agua o el aire elevan pequeños fragmentos que luego vuelven a caer.
- **Suspensión:** el aire o el agua transportan partículas muy finas que no se depositan en el suelo.
- **Disolución:** es el transporte de materiales que se disuelven en agua.

3.4. Sedimentación

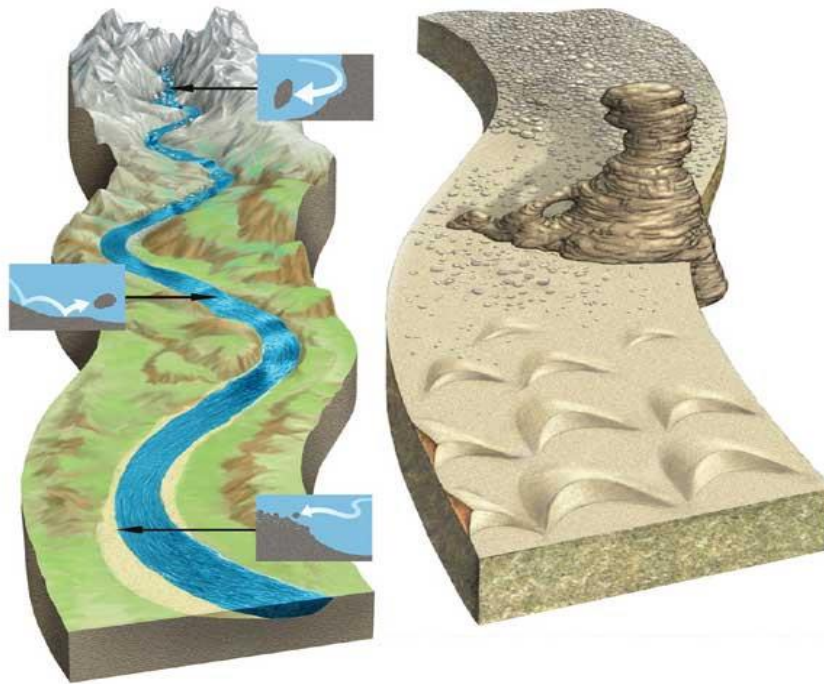
Cuando los materiales son depositados debido a la disminución de la fuerza transportadora del agente. La gravedad es la fuerza responsable de la sedimentación.

El depósito de materiales se produce en zonas hundidas, llamadas **cuencas sedimentarias**, donde los sedimentos pueden generar rocas sedimentarias por un proceso llamado **diagénesis**.

4. Formas de modelado del relieve

Cuando los agentes geológicos externos modelan el relieve, se produce un transporte de materiales desde unas zonas más elevadas, que se rebajan y redondean, hasta otras en las que se depositan los sedimentos produciendo elevaciones del terreno.

En el dibujo se representa la acción general del agua y del viento, tal como se desarrolla en los apartados siguientes.



Las formas más importantes de modelado del relieve se pueden clasificar en:

4.1. Modelado aguas superficiales

- Los ríos forman desfiladeros o bien amplias llanuras cuando el valle se ha ensanchado, zonas aptas para la ocupación humana. En zonas bajas se forman meandros, y en la desembocadura, deltas por acumulación de los materiales arrastrados, con lo que se gana terreno al mar.



Desfiladero

Valle

Los ríos son aguas de cauce fijo y caudal continuo, aunque éste pueda variar, dependiendo de la estación del año y la abundancia de precipitaciones.

En un río se distinguen tres zonas:

- **Curso alto:** predomina la erosión.
- **Curso medio:** predomina el transporte.
- **Curso bajo:** predomina la sedimentación.

- Las aguas salvajes son aguas continentales, superficiales, que discurren sin cauce fijo y aparecen cuando la precipitación es abundante. Forman láminas de agua que se van agrupando, descendiendo por efecto de la gravedad, aprovechando la máxima pendiente.

La actividad erosiva de estas aguas depende de:

- El **clima**, al ser estacionales.
- El **terreno**, según la pendiente y la composición de los materiales.
- La **vegetación**, que protege el terreno con sus raíces.

Las aguas salvajes y los cursos superiores de los ríos producen una acción erosiva intensa, formando **cañones y cárcavas**, produciendo zonas poco aptas para su ocupación.



Cañón

Cárcavas

- Los torrentes son aguas con cauce fijo y caudal intermitente (dependen de las precipitaciones). Son aguas que aparecen de forma temporal, en zonas con grandes pendientes, produciendo gran erosión. En un torrente se distinguen tres zonas:

a) Cuenca de recepción:

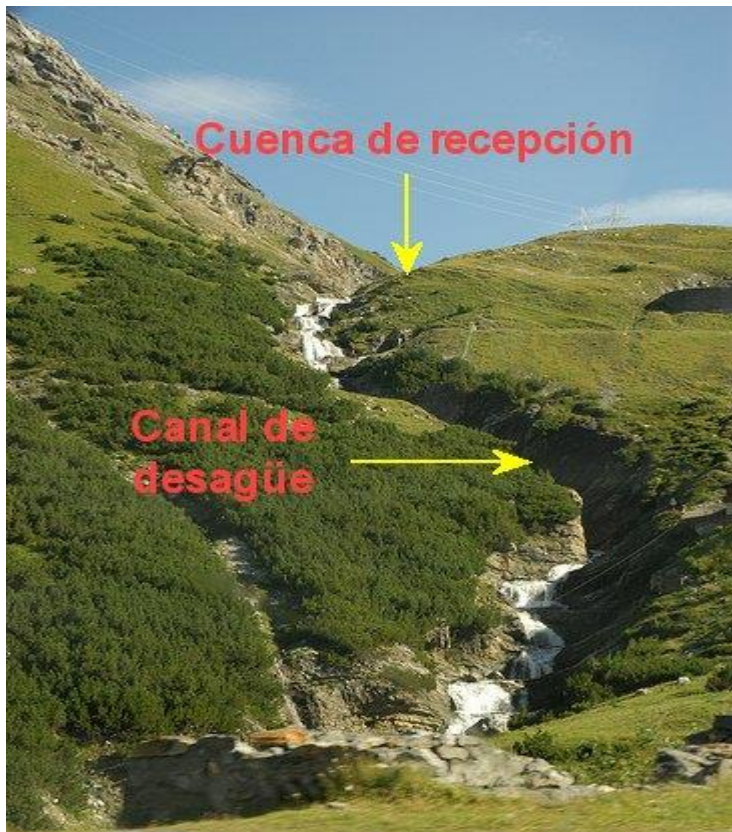
Tiene forma de abanico. Es donde se recoge el agua de lluvia o de deshielo. Es una zona con mucha pendiente y el agua fluye con gran velocidad. La erosión que se produce es muy intensa.

b) Canal de desagüe:

Es la zona media. En esta zona, la pendiente del terreno es pronunciada y la velocidad del agua elevada. El agua produce erosión y transporte de materiales.

c) Cono de deyección:

Es la zona final. En ella, la pendiente disminuye, por lo que los materiales arrastrados se depositan ahí, creando una zona de sedimentación en forma de abanico.



4.2. Modelado cárstico

- Formación de un karst:

Cuando el agua entra por las grietas de un macizo de roca caliza, ésta se disuelve interiormente dando lugar a cavidades que, cuando están llenas de agua forman auténticos ríos subterráneos (**sifones**), y cuando se vacían dan lugar a la formación de complejos de cuevas.

La caliza está formada por **carbonato cálcico (CaCO_3)** que da lugar a rocas muy resistentes e insolubles en agua. El carbonato, junto con el ácido carbónico da lugar a bicarbonato, que sí es soluble en agua. Esta es la razón por la que, poco a poco, se va disolviendo la caliza por el efecto del agua de lluvia.

- Tipos de paisajes **kársticos**:

a) Paisajes **exocársticos** (aspecto exterior):

Se caracterizan por la disolución superficial de la caliza y por las formas producidas tras los hundimientos de las cavidades internas:

- **Lenares y lapiaz**: son surcos producidos por el flujo de las aguas salvajes por la superficie. Generalmente son de pocos centímetros, aunque a veces pueden llegar a ser muy profundos y formar auténticos cañones.



Lapiaz

- **Dolinas**: son depresiones circulares. Se pueden producir por disolución o por hundimiento de cavidades internas. Pueden tener comunicación con el interior o no tenerla (forman lagunas).



Dolina

- **Poljés:** depresiones de gran extensión (varios kilómetros) y forma irregular.
- **Tobas:** al salir el agua del interior del karst, cargada de bicarbonato, éste precipita alrededor de raíces y tallos, dando lugar a formaciones rocosas que reflejan la morfología vegetal.

b) Paisajes endocársticos (aspecto interno):

La disolución interior se produce a favor de grietas, de modo que éstas se van agrandando. El resultado es un complejo de cavidades verticales (simas), horizontales (galerías) o de grandes dimensiones (salas).

- **Sifones:** cuando las cavidades están llenas de agua.
- **Cavernas vadosas:** cavidades sin agua. Por ellas el agua transita disolviendo y precipitando el carbonato.
- **Estalactitas:** estructuras verticales, en forma de aguja pendiente del techo de las cavernas vadosas. Al gotear el agua deja cristales de carbonato que hacen que la estalactita crezca muy lentamente.
- **Estalagmitas:** en el suelo, debajo de la estalactita, la gota que cae vuelve a dejar pequeños cristales de carbonato, formando estructuras similares, solo que creciendo del suelo hacia arriba.



Estalactitas y estalagmitas

4.3. Modelado litoral

El mar, como fluido que es, realizará acción geológica gracias a la energía cinética generada por sus movimientos. Estos son:

- **Corrientes:** grandes masas de agua marina que se desplazan de forma independiente al resto del volumen de agua a su alrededor. Se producen por diferencias de temperatura (las grandes corrientes oceánicas), por diferencias de densidad (debido a variaciones en la **salinidad**), o por causas locales (pequeñas corrientes costeras, por ejemplo).
- **Mareas:** ascensos y descensos del nivel del mar debido a la atracción gravitatoria de la Luna.
- **Olas:** movimiento oscilatorio de las partículas de la superficie del mar debido a la acción del viento. Al propagarse hacia la costa, debido a la disminución de la profundidad, se transforma en movimiento de vaivén (rotura de la ola), con una gran capacidad de erosión y transporte sobre los materiales costeros.

El oleaje tiene una acción erosiva muy eficaz, y se observa de formas diferentes: se forman **acantilados**, los sedimentos se acumulan formando **playas de arena** o barras que aíslan zonas del mar originando pequeños **mares interiores** (como el Mar Menor en Murcia). Además, moldea el perfil de la costa, formando cabos, bahías, penínsulas, etc.

4.4. Modelado glaciar

Los glaciares se encuentran en zonas de alta montaña. Se forman **valles en forma de U** donde hubo un glaciar. Donde todavía hay glaciares, realizan su acción erosiva de forma continua, ya que la lengua de hielo avanza a velocidad baja, erosionando el suelo y arrastrando materiales. Se forman **circos** y valles glaciares y **lagos de alta montaña**.



Valle

4.5. Modelado eólico

Se aprecia sobre todo en zonas con escasez de agua, aunque se produce donde hay vientos fuertes. Pero su acción es más notable si arrastra partículas, ya que las más pequeñas son las que más se desplazan, dejando terrenos pedregosos, y se acumula en zonas de arena fina, formando dunas.



Roca en forma de seta



Dunas costeras

5. Las aguas subterráneas

Son aguas continentales que provienen de la lluvia, el deshielo los torrentes, los ríos o, incluso, el mar. Se infiltran en el terreno a través de los poros y las grietas y se almacenan o circulan por el subsuelo. Los factores que condicionan la infiltración son:

- El **clima** ya que cuanto mayor sea la precipitación, mayor será la cantidad de agua que se pueda infiltrar.
- La **pendiente**, porque si la inclinación del terreno es pronunciada, el agua discurre rápidamente, sin tiempo a infiltrarse.
- La **vegetación**, que dificulta el movimiento del agua y favorece, por ello, la infiltración.
- La **permeabilidad** de los materiales.

6. Las rocas sedimentarias

Este tipo de rocas se forma por acumulación y compactación de los sedimentos sólidos arrastrados, pero también a partir de restos de seres vivos o por precipitación de las sustancias que han quedado disueltas en el agua. Pueden ser de tres tipos:

- Detríticas:

Se forman a partir de los restos producidos al erosionarse otras rocas. Se clasifican en tres grupos, dependiendo del tamaño del grano que las constituye:

- Conglomerados, con los granos de mayor tamaño.
- Areniscas, con grano de tamaño intermedio.
- Arcillas, con el grano más fino.



Conglomerado



Arenisca



Arcilla

- Químicas:

Se forman al precipitar las sales disueltas en el agua, cuando cambia alguna de las condiciones, sobre todo la temperatura o la concentración de esas sales.

Las más importantes son:

- **Calizas**, que se forman al precipitar la caliza disuelta en el agua (travertinos, estalactitas y estalagmitas).
- **Rocas salinas**: se forman al evaporarse el agua de lagunas interiores o costeras (yeso y sal común).

- Organógenas:

Se producen a partir de restos de seres vivos.

a) El carbón:

El carbón es un tipo de roca formada en zonas pantanosas, por la descomposición de restos vegetales.

La formación del carbón comienza en zonas pantanosas con mucha vegetación que sufren inundaciones periódicas. Al aumentar el nivel del agua las plantas mueren y sus restos se depositan en el fondo. Las zonas pantanosas contienen agua con poca

cantidad de oxígeno y pueden desarrollarse bacterias anaerobias que solo viven en esos ambientes. Estas bacterias transforman poco a poco los restos vegetales en carbón.

No sólo hay un tipo de carbón, eso depende del grado de transformación sufrida por los restos vegetales:

- **Turba:** Roca en la que se pueden distinguir bien los restos vegetales. Contiene menos de un 60% de carbono, lo que hace que tenga bajo poder calorífico.
- **Lignito:** Se forma por compresión de la turba. Se puede distinguir algún resto vegetal. Su contenido en carbono está entre el 60 y 75%, no es un buen combustible.
- **Hulla:** La hulla es un carbón muy transformado con un contenido en carbono entre el 75 y el 90% presenta un alto poder calorífico.
- **Antracita:** Se forma a partir de la hulla. Contiene hasta un 95% de carbono, lo que le confiere un elevado poder calorífico. Es el carbón de mejor calidad.

b) El petróleo y el gas natural:

Al morir, el plancton cae al fondo marino y sobre él se depositan limos o arcillas que crean un ambiente carente de oxígeno. En estas condiciones los restos orgánicos sufren una lenta descomposición hasta que se transforman en una mezcla de petróleo, asfaltos, betunes y gas natural que serían la roca madre del petróleo.

7. El paisaje

El paisaje está formado por el conjunto del relieve terrestre y lo que hay sobre él: vegetación y la huella que produce la actividad humana.

La **acción del hombre** sobre el paisaje puede producir efectos muy notables:

- Incendios: provoca que desaparezca la cubierta vegetal del terreno, con lo que cuando llueve, el agua arrastra parte del terreno y lo erosiona.
- Cambio climático y lluvia ácida: producidos por la quema de combustibles fósiles, que alteran las condiciones del medio.
- Urbanización del territorio: actuaciones directas sobre el paisaje, muchas veces de forma poco controlada, como es notorio en el litoral mediterráneo.

- Obras públicas: grandes nudos de comunicación por carretera y ferroviaria, aeropuertos, puertos, presas hidráulicas,...
- Deforestación: talado indiscriminado de bosques para convertirlos en zonas de cultivo o urbanizables, contribuye a potenciar el cambio climático, y además evita la fijación del suelo, por lo que la acción de los agentes geológicos externos es más notoria.



Alteración del paisaje en Puerto Marina (Benalmádena, Málaga)

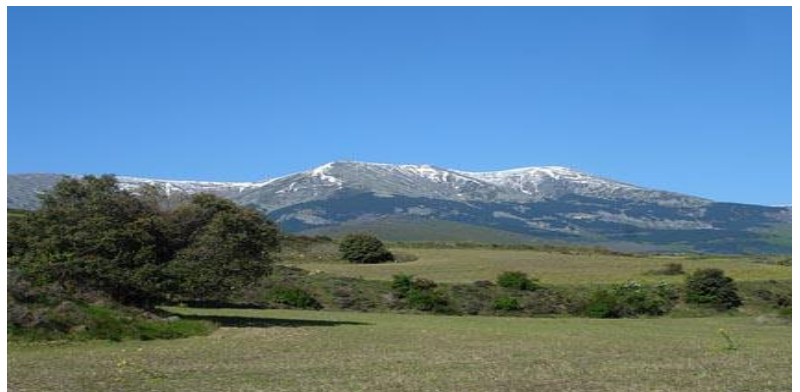
8. La protección del paisaje

Además de por los motivos medioambientales ya expuestos, la protección del paisaje está muy relacionada con el turismo, una de las fuentes de ingresos más importantes en España: mejorar la conservación de los espacios naturales contribuye a potenciar el turismo y su incidencia económica.

Por esta razón se han creado los parajes o monumentos naturales y los puntos de interés geológico.



Barranquismo en Guara



La Dehesa del Moncayo

9. La energía interna del planeta

La Tierra es un planeta en continuo cambio, tanto en el exterior como en el interior.

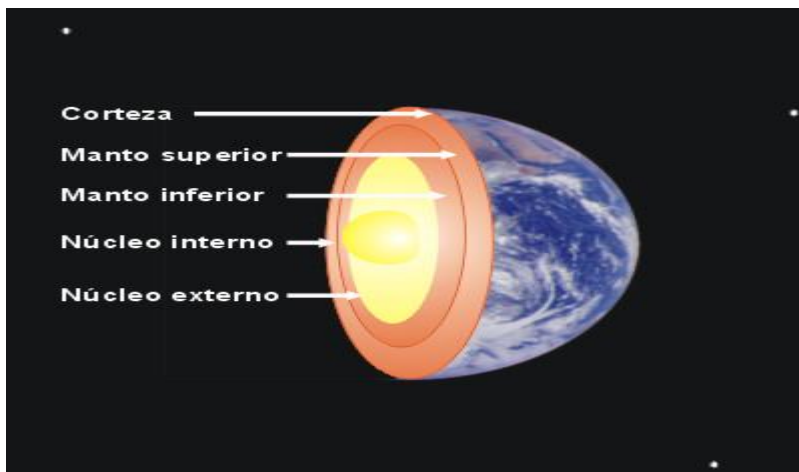
La Tierra tiene un motor interno, una energía interna que permite que la corteza terrestre cambie. Estos cambios a veces serán bruscos, como en un terremoto o en una erupción volcánica. En otras ocasiones serán lentos y poco apreciables. ¿Sabías que Europa y Norteamérica se separan a una velocidad de 2,8 cm al año?

La energía de La Tierra es tan grande que puede cambiar la estructura de las rocas que hay en el planeta o formar otras nuevas. Así aparecen las rocas magmáticas y las rocas metamórficas.

El origen del calor interno del Planeta debemos buscarlo en el origen de La Tierra. Nuestro planeta se formó hace, aproximadamente, unos 4.600 millones de años. Actualmente se piensa que la formación de La Tierra y de todo el Sistema Solar comenzó a partir de una nebulosa que comenzó a girar, concentrando las partículas de polvo y gas interestelar, originando el Sol y los planetas, entre ellos La Tierra.

Al concentrarse las partículas se produjo un aumento del campo gravitatorio en la zona, lo que incrementó la captura de más partículas, formando una enorme masa girando en torno al Sol. Los impactos de nuevas partículas capturadas **aumentó la temperatura del planeta** recién formado. Además, se desintegraban átomos inestables que liberaron gran cantidad de **energía radiactiva**.

Poco a poco **la Tierra se enfrió**, originando capas concéntricas. La más interna, formada por materiales densos y la más externa, formada por los materiales más ligeros.



El proceso de liberación de calor que comenzó hace 4.600 millones de años continúa en la actualidad y se prolongará hasta que toda la energía de la Tierra se disipe en el frío Universo.

- Gradiente geotérmico:

En las minas, sondeos y pozos se ha observado que la temperatura aumenta, como media en todo el planeta, 1°C cada 33 metros de profundidad. Esta relación se la conoce con el nombre de **gradiente geotérmico**, pero sólo es una relación válida para profundidades en la corteza terrestre, pero no en capas más profundas.

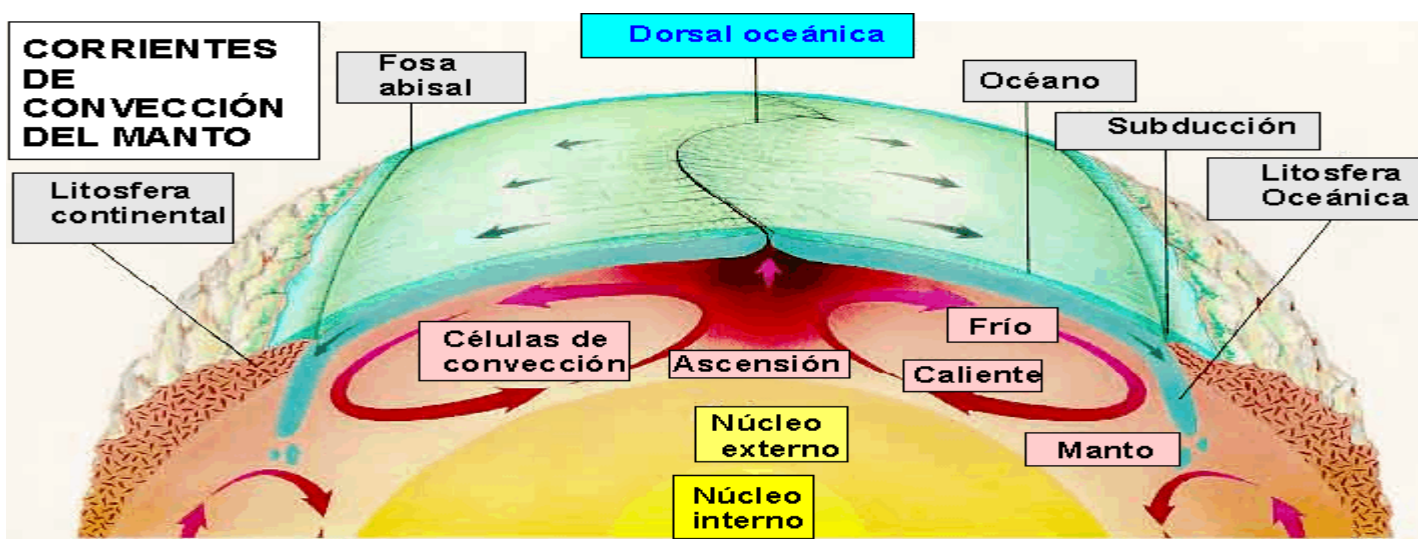
La energía calorífica alcanza la superficie terrestre mediante dos mecanismos:

- **Conductividad térmica:**

La conductividad o conducción térmica es la transmisión de calor de roca a roca, desde el interior del planeta a la superficie.

- **Corrientes de convección:**

Son movimientos que describen los fluidos. Cuando éstos se calientan, se dilatan y ascienden. Al llegar esos materiales a la corteza terrestre se enfrían debido a que esta capa tiene una baja temperatura. Al enfriarse los materiales, se contraen y descienden hasta alcanzar el núcleo de La Tierra, donde el proceso volverá a comenzar.



El calor se transmite de forma más eficiente que en el caso anterior.

- Movimiento de los continentes:

Los continentes actuales no siempre se encontraron en la posición en que están ahora. Los científicos han aportado datos que indican que los continentes actuales estuvieron todos unidos en un gran supercontinente llamado **Pangea**.



La *Pangea* se rompió en varios fragmentos, que fueron desplazándose hasta la posición actual. La *Pangea*, su ruptura y el movimiento de los continentes se intentan explicar mediante la **Teoría de la Tectónica de Placas**.

- Vulcanismo y terremotos:

Las placas litosféricas se mueven y **chocan**, o **rozan**, unas con otras, o **se separan**. Debajo de ellas existen materiales a grandes temperaturas, en un estado **semisólido**, lo que permite que sus componentes tengan movilidad. Las zonas más conflictivas de La Tierra se encuentran en los bordes de las placas. Allí están situados la mayor parte de los **volcanes** y donde se localizan la mayor parte de los **terremotos**.



a) Volcanes:

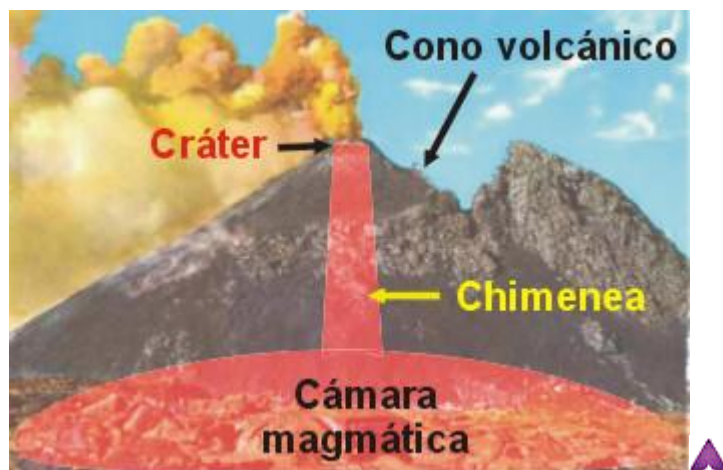
Un volcán es una fisura en la superficie de La Tierra por donde salen materiales incandescentes, llamados **magma**, que provienen del interior terrestre. El magma se encuentra a elevadas temperaturas gracias al calor generado en las zonas más profundas de La Tierra.

Los volcanes pueden situarse sobre el nivel del mar o bajo el agua. Localizar un volcán y conocer su estado es tarea primordial para prevenir desastres. Este trabajo lo realizan los **vulcanólogos**.



El Teide (Tenerife)

En un volcán se pueden distinguir las siguientes partes:



1. **Cono volcánico:** elevación del terreno producida por la acumulación de productos de erupciones volcánicas anteriores.

- **Cráter:** zona de salida de los productos volcánicos.
- **Chimenea:** conducto de salida que une la cámara magmática con el exterior.
- **Cámara magmática:** zona en el interior de la corteza terrestre donde se acumula el magma.

2. Productos volcánicos

Son aquellos que salen del interior del volcán cuando entra en erupción. Pueden ser:

- **Sólidos.** Se denominan *piroclastos* (piedras ardientes). Son lanzados con fuerza al exterior por la acción de los gases que se acumulan en el interior del volcán. Pueden ser pequeños, como las *cenizas volcánicas*, medios como el *lapilli*, o grandes, como las *bombas volcánicas*.
- **Fundidos.** El conjunto de materiales fundidos que expulsa un volcán se denomina *lava*, se mueve por la ladera del volcán como un río ardiente, *colada de lava*.
- **Gases.** Los gases que libera un volcán suelen ser vapor de agua y compuestos azufrados.

Los volcanes se clasifican atendiendo al tipo de erupción que presentan:

- **Tipo hawaiano.** Son volcanes de erupción tranquila, debido a que la lava es muy fluida. Los gases se desprenden fácilmente y no se producen explosiones. El volcán que se forma tiene apariencia de escudo, ya que la lava, al ser muy fluida cubre una gran extensión antes de solidificarse.



- **Tipo estromboliano.** Son volcanes con erupciones violentas. La lava es viscosa, no se desliza fácilmente y forma pequeños conos volcánicos donde se producen explosiones con lanzamiento de lapilli y cenizas volcánicas. Las lavas pueden recorrer 12 km antes de solidificarse.



- **Tipo vulcaniano o vesubiano.** Son volcanes con erupciones muy violentas. Las lavas son muy viscosas y se solidifican en la zona del cráter, produciéndose explosiones que, incluso, llegan a demoler la parte superior del cono volcánico.



Tipo peleano. Volcanes con erupciones extremadamente violentas. La lava tiene una altísima viscosidad. Por ello, la chimenea del volcán se obstruye al solidificarse la lava. Los gases se acumulan en la cámara magmática, incrementando la presión, por lo que termina explotando todo el aparato volcánico. El más famoso de estos volcanes fue el situado en la isla de Krakatoa. Esta isla casi desapareció después de la erupción del volcán.

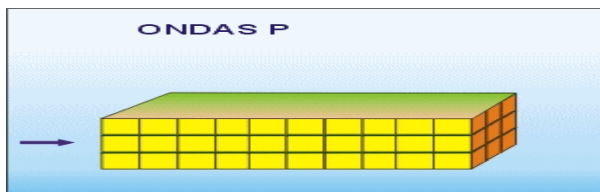


b) Terremotos:

Terremotos, sismos o seísmos son una liberación brusca de energía en un momento dado, en un lugar determinado de la litosfera. Como consecuencia se producen movimientos bruscos del terreno. El lugar donde se produce el seísmo se denomina **hipocentro**, mientras que el lugar más cercano al hipocentro en la superficie terrestre se conoce como **epicentro**.

En el hipocentro se liberan ondas sísmicas, que se mueven por el interior de la Tierra y por la superficie terrestre. Los tipos pueden ser:

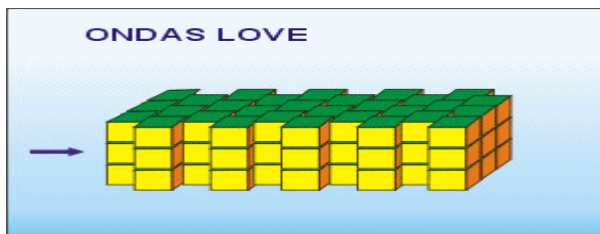
- **Ondas P** o primarias, son las primeras en propagarse.



- **Ondas S** o secundarias, son las segundas en propagarse.



- **Ondas superficiales:** sólo se desplazan por la superficie del terreno. Son las responsables de los desastres producidos por los terremotos. Hay dos tipos:
 - **Ondas L** o Love.



- **Ondas Rayleigh.**



Las ondas sísmicas se registran y miden gracias a varios aparatos denominados **sismógrafos**. Éstos recogen en una tira de papel continuo el movimiento de la superficie del terreno. Las gráficas que se obtienen se llaman **sismogramas**. Mediante el sismograma se establece la magnitud de un terremoto.



La **magnitud** es la cantidad de energía que se libera en un terremoto. Se mide mediante la escala de Richter, y es un dato objetivo.

Otra forma de medir un terremoto es por la **intensidad**, mide los efectos del terremoto sobre las personas y las cosas, hay varias escalas, **Mercalli** y la **MSK**, que se usa actualmente. La intensidad es un dato subjetivo, ya que los terremotos afectan de forma distinta a cada persona y disminuye cuando nos alejamos del *epicentro*.